

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-015696

**(43)Date of publication of application : 19.01.1996**

(51)Int.Cl.

**G02F 1/1335**

G02F 1/13

(21)Application number : 06-167544

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 28.06.1994

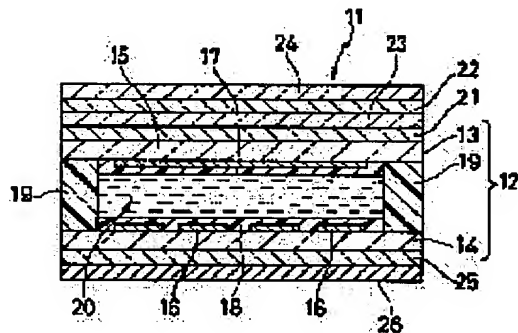
(72)Inventor : NISHINO TOSHIHARU

## (54) COLOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

**(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To provide a color liquid crystal display element which is less changed in display color occurring in a temp. change.

**CONSTITUTION:** A liquid crystal cell 12 and a twist phase difference 21 are laminated and arranged between a pair of polarizing plate 24 and 25. The orientation state of the liquid crystal molecules of a liquid crystal layer 20 in this liquid crystal cell 12 is controlled by controlling the impressed voltage to control display color. The sum of the twist angle of the liquid crystals in the liquid crystal cell 12 and the twist angle of the high-polymer liquid crystals constituting the twist phase difference 21 is set at the optimum value of the twist angle of the liquid crystal molecules of this liquid crystal display element 11. The sum of the thicknesses is set at the optimum value of the thickness of the layer of the liquid crystal molecules in the twist state of the liquid crystal display element 11.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

06.08.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

**[Date of final disposal for application]**

[Patent number]

**[Date of registration]**

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-15696

(43) 公開日 平成8年(1996)1月19日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1335	5 1 0		
	1/13	5 0 0		

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-167544

(22) 出願日 平成6年(1994)6月28日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72) 発明者 西野 利晴

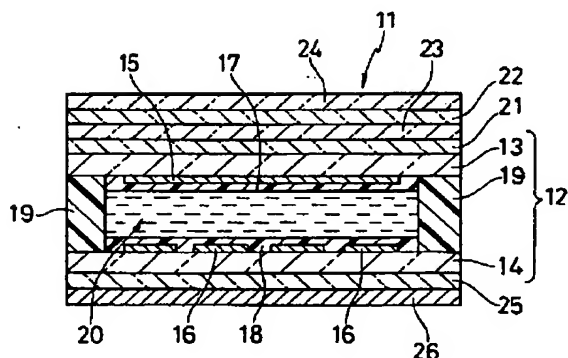
東京都八王子市石川町2951番地の5 カシオ計算機株式会社八王子研究所内

(54) 【発明の名称】 カラー液晶表示素子

(57) 【要約】

【目的】 温度変化に起因する表示色の変化が小さいカラー液晶表示素子を提供することである。

【構成】 一対の偏光板24、25の間に液晶セル12とねじれ位相差21を積層配置し、液晶セル12内の液晶層20の液晶分子の配向状態を印加電圧を制御して制御することにより、表示色を制御する。液晶セル12内の液晶のツイスト角とねじれ位相差板21を構成する高分子液晶のツイスト角の和をこの液晶表示素子11の液晶分子のツイスト角の最適値に設定し、厚さの和をこの液晶表示素子11のツイスト状態にある液晶分子の層の厚さの最適値に設定する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】対向して配置された第1と第2の基板と、前記第1と第2の基板の対向面にそれぞれ形成された第1と第2の電極と、前記第1の電極と前記第1の基板上に形成され、第1の配向方向に配向処理が施された第1の配向膜と、前記第2の電極と前記第2の基板上に形成され、第2の配向方向に配向処理が施された第2の配向膜と、前記第1と第2の配向膜の間に封止され、その分子が前記第1と第2の配向膜の配向処理に従ってツイストして配向された液晶と、より構成される液晶セルと、前記液晶セルに積層され、前記液晶分子のツイスト配向方向と同一方向にツイストして配向された状態となっ

ているねじれ位相差板と、前記液晶セルと前記ねじれ位相差板を挟み、その光学軸を近接する側の液晶セルの配向処理方向又はねじれ位相差板の分子配向方向に対して所定角度で斜めに交差させて配置された第1と第2の偏光板と、

より構成されることを特徴とするカラー液晶表示素子。

【請求項2】対向して配置された第1と第2の基板と、前記第1と第2の基板の対向面にそれぞれ形成された第1と第2の電極と、前記第1の電極と前記第1の基板上に形成され、第1の配向方向に配向処理が施された第1の配向膜と、前記第2の電極と前記第2の基板上に形成され、第2の配向方向に配向処理が施された第2の配向膜と、前記第1と第2の配向膜の間に封止され、その分子が前記第1と第2の配向膜の配向処理に従って $\theta 1^\circ$ ツイストして配向された厚さ $d 1$ の液晶と、より構成される液晶セルと、

前記液晶セルに積層され、前記液晶の分子のツイスト配向方向と同一方向に $\theta 2^\circ$ 分子をツイスト配向させて形成された厚さ $d 2$ のねじれ位相差板と、

前記液晶セルと前記ねじれ位相差板を挟み、その光学軸を近接する側の液晶セルの配向処理方向又はねじれ位相差板の分子配向方向に対して所定角度で斜めに交差させて配置された第1と第2の偏光板と、

より構成され、ツイスト角の和( $\theta 1^\circ + \theta 2^\circ$ )及び厚さの和( $d 1 + d 2$ )を所望のカラー表示を可能とする複屈折作用が得られるように設定したことを特徴とするカラー液晶表示素子。

【請求項3】前記第1と第2の偏光板間に配設され、遅相軸又は進相軸を隣接する偏光板の光学軸に対し所定角度斜めに交差させて配置された位相差板を有することを特徴とする請求項1又は2に記載のカラー液晶表示素子。

【請求項4】対向して配置された第1と第2の基板と、前記第1と第2の基板の対向面にそれぞれ形成された第1と第2の電極と、前記第1の電極と前記第1の基板上に形成され、第1の配向方向に配向処理が施された第1の配向膜と、前記第2の電極と前記第2の基板上に形成

2

され、第2の配向方向に配向処理が施された第2の配向膜と、前記第1と第2の配向膜の間に封止され、その分子が前記第1と第2の配向膜の配向処理に従って( $250^\circ - \phi^\circ$ )  $\pm 20^\circ$ ツイストして配向された液晶と、より構成される液晶セルと、

前記液晶セルに積層され、その分子が前記液晶分子のツイスト方向と同一方向に $\phi^\circ$ ツイストした配向状態となっているねじれ位相差板と、

前記第1の基板の外側に配置され、その透過軸を第2の配向処理方向に対し $40^\circ \sim 60^\circ$ で交差させて配置された第1の偏光板と、

前記第2の基板の外側に配置され、その透過軸を前記第2の配向処理方向に対し $35^\circ \sim 55^\circ$ で交差させて配置された第2の偏光板と、

前記第1の基板と前記第1の偏光板の間に配置され、厚み方向に垂直な平面内で屈折率が最大となる方向を前記第2の配向処理方向に対し $15^\circ \sim 35^\circ$ で交差させて配置された第1の位相差板と、

前記第1の基板と前記第1の位相差板の間に配置され、厚み方向に垂直な平面内で屈折率が最大となる方向を前記第2の配向処理方向に対し $5^\circ \sim 25^\circ$ で交差させて配置された第2の位相差板と、

より構成されることを特徴とするカラー液晶表示素子。

【請求項5】対向して配置された第1と第2の基板と、前記第1と第2の基板の対向面にそれぞれ形成された第1と第2の電極と、前記第1の電極と前記第1の基板上に形成され、第1の配向方向に配向処理が施された第1の配向膜と、前記第2の電極と前記第2の基板上に形成され、第2の配向方向に配向処理が施された第2の配向膜と、前記第1と第2の配向膜の間に封止され、その分子が前記第1と第2の配向膜の配向処理に従って( $250^\circ - \phi^\circ$ )  $\pm 20^\circ$ ツイストして配向された液晶と、より構成される液晶セルと、

前記液晶セルの前記第1の基板側に積層され、その分子が前記液晶分子のツイスト方向と同一方向に $\phi^\circ$ ツイストした配向状態となっているねじれ位相差板と、

前記第1の基板の外側に配置され、その透過軸を第2の配向処理方向に対し $70^\circ \sim 90^\circ$ で交差させて配置された第1の偏光板と、

前記第2の基板の外側に配置され、その透過軸を前記第2の配向処理方向に対し $35^\circ \sim 55^\circ$ で交差させて配置された第2の偏光板と、

前記ねじれ位相差板と前記第1の偏光板の間に配置され、厚み方向に垂直な平面内で屈折率が最大となる方向を前記第2の配向処理方向に対し $25^\circ \sim 45^\circ$ で交差させて配置された第1の位相差板と、

前記第2の基板と前記第2の偏光板の間に配置され、厚み方向に垂直な平面内で屈折率が最大となる方向を前記第2の配向処理方向に対し $0^\circ \sim 20^\circ$ で交差させて配置された第2の位相差板と、

10

20

30

40

50

3

より構成されることを特徴とするカラー液晶表示素子。

【請求項6】前記液晶と前記ねじれ位相差板の光学異方性 $\Delta n$ はほぼ0.2、実効的な厚さの和はほぼ6800nm、であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1つに記載のカラー液晶表示素子。

【請求項7】前記ねじれ位相差板の分子のツイスト角は前記液晶のツイスト角の10%～30%の値を有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1つに記載のカラー液晶表示素子。

【請求項8】前記第1と第2の偏光板の内の一方の外側に反射板を備え、反射型であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1つに記載のカラー液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、印加電圧を制御することにより複屈折を制御してカラー画像を表示するカラー液晶表示素子に関し、特に、温度変化に伴う表示色の変化の少ないカラー液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、液晶に電界を印加して液晶分子の配列を変形し、その際に生ずる複屈折性の変化を利用してカラー画像を表示する複屈折制御方式のカラー液晶表示素子が知られている。このカラー液晶表示素子は、カラーフィルタを用いないので、明るいカラー表示が得られる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の複屈折制御方式のカラー液晶表示素子は、印加する電界の大きさを変えなくとも、温度の変化に伴い液晶の配向状態が変化してしまい、液晶層のリタデーションが変化し、その複屈折性が変化し、表示色が変化してしまうという問題がある。この問題は、ツイスト角の大きいねじれ配向の液晶を用いる複屈折制御方式のカラー液晶表示素子において顕著である。

【0004】この発明は上記実状に鑑みてなされたもので、温度変化に起因する表示色の変化が小さいカラー液晶表示素子を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の液晶表示素子は、対向して配置された第1と第2の基板と、前記第1と第2の基板の対向面にそれぞれ形成された第1と第2の電極と、前記第1の電極と前記第1の基板上に形成され、第1の配向方向に配向処理が施された第1の配向膜と、前記第2の電極と前記第2の基板上に形成され、第2の配向方向に配向処理が施された第2の配向膜と、前記第1と第2の配向膜の間に封止され、その分子が前記第1と第2の配向膜の配向処理に従ってツイストして配向された液晶と、より構成される液晶セルと、前記液晶セルに積層され、前記液晶分子のツイスト配向方向と同一方向にツイストして配向

4

された状態となっているねじれ位相差板と、前記液晶セルと前記ねじれ位相差板を挟み、その光学軸を近接する側の液晶セルの配向処理方向又はねじれ位相差板の分子配向方向に対して所定角度で斜めに交差させて配置された第1と第2の偏光板と、より構成されることを特徴とする。

【0006】

【作用】上記構成によれば、任意の色を得るために必要な複屈折作用をもたらす液晶分子のツイスト角を、液晶セル内の液晶のツイスト角とねじれ位相差板を構成する液晶分子のツイスト角の和により得ている。即ち、表示色は液晶セルの液晶の複屈折作用だけでなく、これとねじれ位相差板の複屈折作用が加わって得られるものである。ねじれ位相差板の複屈折作用の温度依存性は液晶セルの液晶層の複屈折作用の温度依存性よりも小さい。従って、温度変化により液晶セル内の液晶層の複屈折作用の大きさ、つまり、リタデーションが変化しても、その影響は液晶セルの液晶だけで全リタデーションを確保する場合よりも小さい。従って、温度変化に起因する表示色の変動を低減できる。

【0007】

【実施例】以下、この発明の実施例に係る単純マトリクス駆動方式のカラー液晶表示素子を図面を参照して説明する。

（第1実施例）まず、この発明の第1実施例に係る単純マトリクス駆動方式の反射型カラー液晶表示素子の構成を図1及び図2を参照して説明する。

【0008】図1は本実施例のカラー液晶表示素子11の構成を示す断面図、図2はカラー液晶表示素子11の各光学軸の配置を示す平面図である。図1において、液晶セル12は、第1の基板（以下、上ガラス基板）13と第2の基板（以下、下ガラス基板）14とが微小間隙（数 $\mu\text{m}$ 間隔）を隔てて対向配置されて構成される。両ガラス基板13、14の対向面には、ITO（インジウムとスズの酸化物）等の透明導電材料からなる複数の走査電極15と複数の信号電極16とが交差した状態でそれぞれ配設されている。

【0009】配向膜17、18は、液晶セル12のガラス基板13、14の内面に配設された走査電極15及び信号電極16の表面に設けられ、液晶分子の配向方向を規制するためのものである。配向膜17、18は、その表面を布でこするラビング法等の配向処理を施すことにより、近接する液晶分子の長軸方向をその配向処理方向に沿わせる。シール材19は、上下のガラス基板13、14の間の周辺部に配設され、ガラス基板13と14の間を所定間隔に保持するとともに、その内部領域に液晶を封止するものである。

【0010】液晶層20は、カイラル液晶が添加されたネマティック液晶等から構成され、配向膜17、18の配向規制力に従って、液晶分子が（ $250^\circ - \phi^\circ$ ）±

20°（望ましくは、±10°）のツイスト角でねじれ配向した状態となっている。ここで、 $\phi^*$  は後述するねじれ位相差板21の分子のツイスト角である。液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ は約0.2、液晶層20の層厚 $d$ は、 $6800 \cdot (250 - \phi) / 250$ に設定される。

【0011】ねじれ位相差板（高分子液晶層）21は、一方の表面から反対側の表面に向かって所定角度 $\phi^*$ だけツイストした状態の高分子液晶の層（フィルム）を三酢酸セルロース（TAC）等からなる保護膜で挟んだ構成になっている。ツイストの方向は、液晶層20のツイストの方向と同一であり、液晶の分子のツイスト角（ $250^\circ - \phi^*$ ）±20°とねじれ位相差板21の液晶分子のツイスト角 $\phi^*$ の加算値がこの液晶表示素子で必要とされるツイスト角（ $250^\circ \pm 20^\circ$ ）である。ねじれ位相差板21のツイスト角 $\phi^*$ は、総ツイスト角（ $250^\circ \pm 20^\circ$ ）の約10～30%、即ち、 $50^\circ \pm 25^\circ$ 程度に設定される。ねじれ位相差板21の屈折率異方性 $\Delta n$ は約0.2、厚さ $d$ は約 $6800 \cdot \phi / 250$ に設定される。

【0012】液晶層20の液晶分子のツイスト角（ $250^\circ - \phi^*$ ）±20°とねじれ位相差板21の液晶分子のツイスト角 $\phi^*$ の加算値がこの液晶表示素子11で本来必要とされるツイスト角 $250^\circ \pm 20^\circ$ であり、液晶層20のリタレーションとねじれ位相差板21のリタレーションの和がこのカラー液晶表示素子11で本来必要とされるリタレーションの値 $1360\text{nm} \pm 100\text{nm}$ である。即ち、このカラー液晶表示素子は、ツイスト角が $250^\circ \pm 20^\circ$ 、光学異方性 $\Delta n$ が0.2、厚さ $d$ が $6800\text{nm}$ で最適化設計されている液晶層を、ツイスト角が（ $250^\circ - \phi^*$ ）±20°で、光学異方性 $\Delta n$ が0.2、厚さが $6800 \cdot (250 - \phi) / 250\text{nm}$ の液晶層20と、ツイスト角が $\phi$ 、光学異方性 $\Delta n$ が0.2、厚さが $6800 \phi / 250\text{nm}$ のねじれ位相差板21との積層構造に置換した構成を有する。

【0013】第1位相差板22は、厚さ方向に直交する平面上で屈折率が最大となる方向（面内延伸軸方向）の屈折率を $n_x$ 、その平面上で延伸軸に直交する方向の屈折率を $n_y$ 、厚さ方向の屈折率を $n_z$ とした場合に、 $n_x > n_z > n_y$ の関係を満たす2軸性の位相差板であり、その屈折率異方性 $\Delta n = n_x - n_y$ と厚さ $d$ の積 $\Delta n \cdot d$ が $1600\text{nm} \pm 30\text{nm}$ 、Nz係数が0.3～0.7、望ましくは、 $0.45 \pm 0.1$ のものである。なお、Nz係数は次のように定義される。

$$Nz = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$$

【0014】第2の位相差板23も2軸性の位相差板であり、その $\Delta n \cdot d$ が $1550\text{nm} \pm 30\text{nm}$ 、Nz係数が0.3～0.7、望ましくは、 $0.45 \pm 0.1$ のものである。上偏光板24と下偏光板25は、入射光のうち、吸収軸方向の偏光成分を遮断（吸収）し、それと直交する偏光成分を透過させるものである。

【0015】反射板26は、下偏光板25の下面に設けられ、上偏光板24から入射し、液晶セル12と下偏光板25を透過した光を液晶セル12側に反射するものである。

【0016】図2（A）～（E）は、液晶セル12の配向処理方向と、ねじれ位相差板21の液晶分子の配向方向と、第1と第2の位相差板22、23の光学軸の方向と、偏光板24と、25の透過軸の方向との組み合わせの一例を、各構成要素毎の平面図で模式的に示した図である。なお、図2（D）中の一点鎖線Sは表示面の左右方向に沿う基準線であり、説明の便宜上設けたものである。

【0017】図2（D）に示すように、液晶セル12の下配向膜18に施された配向処理の方向18aは、基準線Sに対して $35^\circ \pm 10^\circ$ 傾いており、下配向膜18近傍の液晶分子はこの配向処理方向18aに沿って配列する。液晶セル12の上配向膜17に施された配向処理の方向17aは、下配向膜18の配向処理方向18aを基準として、（ $70^\circ - \phi^*$ ）±10°で交差する方向に設定されており、上配向膜17近傍の液晶分子はこの配向処理方向17aに沿って配列する。これにより液晶分子は、下ガラス基板14側から上ガラス基板13側に向かって時計回り方向に（ $250^\circ - \phi^*$ ）±20°（望ましくは±10°）ツイストした配向状態となる。

【0018】図2（A）に示すように、上偏光板24の光学軸（透過軸と吸収軸の総称）の内の透過軸24aは、下配向膜18の配向処理方向18aに対して $50^\circ \pm 10^\circ$ （基準線Sに対して $85^\circ \pm 10^\circ$ ）で交差するように設定されている。図2（B）に示すように、第1の位相差板22の延伸軸（平面上で屈折率が最も大きくなる遅相軸）22aは、下配向膜18の配向処理方向18aに対して $25^\circ \pm 10^\circ$ （基準線Sに対して $10^\circ \pm 10^\circ$ ）で交差するように設定されている。図2（B）に示すように、第2の位相差板23の延伸軸23aは、下配向膜18の配向処理方向18aに対して $15^\circ \pm 10^\circ$ （基準線Sに対して $50^\circ \pm 10^\circ$ ）で交差するように設定されている。

【0019】図2（C）に示すように、ねじれ位相差板21の下面近傍の液晶分子の配向方向21aは上配向膜17の配向処理方向17aに平行（下配向膜18の配向処理方向18aに対して（ $70^\circ - \phi^*$ ）±20°）に設定されており、ねじれ位相差板21の上面近傍の液晶分子の配向方向21bは、下配向膜18の配向処理方向18aに対して $250^\circ \pm 20^\circ$ （基準線Sに対して $35^\circ \pm 10^\circ$ ）で交差するように設定されている。図2（E）に示すように、下偏光板25の透過軸25aは、下配向膜18の配向処理方向18aに対して $45^\circ \pm 10^\circ$ （基準線Sに対して $10^\circ \pm 10^\circ$ ）で交差するように設定されている。

【0020】次に、上記構成のカラー液晶表示素子の着

色原理について説明する。図1の上方からカラー液晶表示素子11に入射する光は、上偏光板24を透過することにより直線偏光となり、さらに、第1と第2の位相差板22、23を透過する過程で、第1と第2の位相差板22、23の延伸軸22a、23aの位置等の光学的配置条件とリタデーション値に応じた複屈折作用を受けて波長毎に偏光状態が異なる楕円偏光となる。これらの波長毎の楕円偏光は、ねじれ位相差板21と液晶セル12を通る過程で、ねじれ位相差板21と液晶セル12の光学的配置条件とリタデーション値に応じた複屈折作用を受けて、さらにその偏光状態が変化する。第1と第2の位相差板22、23、ねじれ位相差板21及び液晶セル12による複屈折作用を受けた偏光状態が各々異なる各波長の楕円偏光が下偏光板25に入射すると、下偏光板25の透過軸25aに一致する偏光成分の光のみが下偏光板25を透過する。

【0021】下偏光板25を透過した光は、反射板26で反射され、上述した光経路と逆の経路でカラー液晶表示素子11の上面側に出射する。この出射光の合成色（ほぼ、分光強度がピークを示す波長の表示色）が表示色として得られる。第1と第2の位相差板22、23及びねじれ位相差板21のリタデーションはほぼ一定であるが、液晶セル12のリタデーションは、液晶分子の配向状態に応じて変化する。従って、液晶セル12に印加する電圧値を変えて液晶分子の配向状態を変化させることにより、液晶セル12のリタデーションが変わり、液晶セル12における複屈折作用が変化し、表示色の色相及び輝度が変化する。即ち、図1及び図2に示す構成のカラー液晶表示素子は、液晶層20の複屈折性を制御してカラー画像を表示することができる。

【0022】具体的に説明すると、走査電極15と信号電極16の間に電圧を印加していない時には、カラー液晶表示素子11に入射した光は、第1と第2の位相差板22、23の複屈折作用と、ねじれ位相差板21の複屈折作用と、液晶分子の初期配向に応じた複屈折作用とを受け、それに応じ、波長毎に偏光状態が異なる楕円偏光となる。そして、下偏光板25を透過し、反射板26で反射され、逆の経路を経てカラー液晶表示素子11の上面側に出射する際の出射光の色は、ねじれ位相差板21及び第1と第2の位相差板22、23のリタデーションと、初期配向状態の液晶層20のリタデーションに応じた色となる。

【0023】液晶セル12の電極15、16間に電圧を印加し、その実効電圧値を上昇させると液晶分子が初期ツイスト状態から徐々に立ち上がる。立ち上がった配向状態に応じて液晶セル12のリタデーションが変化し、カラー液晶表示素子11に入射した光は、ねじれ位相差板21及び第1と第2の位相差板22、23の複屈折作用と、液晶セル12の変化したリタデーションに応じた複屈折作用とを受け、それに応じた楕円偏光となる。そ

のため、その時の表示色は、液晶セル12に電圧を印加していない時の表示色とは異なる。

【0024】液晶セル12に液晶分子がほぼ垂直配向する大きさの電圧を印加したときには、液晶セル12のリタデーションはほぼ“0”となる。よって、液晶セル12による複屈折作用がほとんどなくなり、カラー液晶表示素子11に入射した光は、ねじれ位相差板21及び第1と第2の位相差板22、23の複屈折作用による楕円偏光となる。この楕円偏光は、下偏光板25、反射板26、及びその逆の経路を経てカラー液晶表示素子11から出射し、ねじれ位相差板21及び第1と第2の位相差板22、23のリタデーションに応じた色に着色される。

【0025】従って、上記実施例によれば、走査電極15と信号電極16間に印加する信号を制御して液晶層20に印加する実効電圧を制御することにより、液晶層20の複屈折性を制御して所望の色を表示することができる。

【0026】上記構成において、表示色の制御は、電極15と16間に電圧を印加することにより、液晶層20の配向状態を制御することにより実現される。一方、液晶層20の配向状態は、液晶層20の温度によっても変化する。即ち、液晶層20の温度が高い程、液晶分子が基板に垂直に配向し易くなる。このため、同一の電圧を電極15と16の間に印加した場合でも、液晶層20の温度により、表示色が違ったものとなる。

【0027】しかし、上記構成によれば、本来必要とされる液晶分子のツイスト角 $250^\circ \pm 20^\circ$ を、液晶層20の液晶分子のツイスト角 $(250^\circ - \phi) \pm 20^\circ$ とねじれ位相差板21の高分子液晶のツイスト角 $\phi$ の和で得ている。ここで、液晶層20のリタデーション $Re_2$ は図3に示すように、温度により変化するが、ねじれ位相差板21のリタデーション $Re_1$ は、温度が変化してもほとんど変化しない。このため、液晶層20とねじれ位相差板21の合成リタデーション $Re$ は、ねじれ位相差板を設けず、液晶層20のツイスト角を $250^\circ \pm 20^\circ$ に設定した場合のリタデーションの温度変化に伴う変化よりも小さい。従って、この複屈折制御方式の液晶表示素子は、表示色の温度依存性、即ち、温度変化に伴う表示色の変化が小さい。

【0028】例えば、基準温度におけるツイスト角が $250^\circ$ の液晶層のリタデーションを $ReA$ 、ツイスト角が $200^\circ$ の液晶層のリタデーションを $ReB$ 、ツイスト角が $50^\circ$ のねじれ位相差板21のリタデーションを $ReC$ とし、基準温度において、 $ReA = ReB + ReC$ が成立するとする。温度変化により、 $ReA$ の値が低下したとすると、 $ReB$ も同一の割合で低下する、しかし、 $ReC$ は基準温度時の値からほとんど変化しない。このため、 $ReA$ よりも合成リタデーション $(ReB + ReC)$ の方がリタデーションの変化が小さい。従っ

て、この実施例の液晶表示素子の合成リタデーションの温度変化に伴う変化が小さい。従って、温度に関わらず、印加電圧に応じた表示色を安定して得ることができる。

【0029】また、上記構成によれば、光学的に2軸性の第1と第2の位相差板22、23を使用しているので、光が液晶層20を垂直に透過したときと斜めに透過したときとの位相差が第1と第2の位相差板22、23を透過することにより補償され、視野角が広がる。また、液晶層20への印加電圧（実効電圧）の上昇に伴って、表示色が白→赤→青→緑と変化し、三原色と白が表示可能となり、実用上十分なカラー画像が表示できる。

【0030】具体例

第1実施例の具体例として、配向膜17、18の配向処理方向17a、18a、ねじれ位相差板21の配向方向、第1と第2の位相差板22、23の延伸軸21a、23a、及び偏光板24、25の透過軸24a、25aの配置角度を図2（A）～（E）に示す各角度の中心角度に設定し、ねじれ位相差板21のツイスト角 $\phi^\circ$ を50°に設定し、液晶層20とねじれ位相差板21の実効的な厚さの和dを6800nmに設定し、合成 $\Delta n \cdot d$ を1390nmとしたカラー液晶表示素子を作成し、走査電極15と信号電極16に供給する信号を制御して、スタティック駆動した。

【0031】また、比較例として、液晶層20のツイスト角を250°とし、第1と第2の位相差板22、23の延伸軸21a、23a、及び偏光板24、25の透過軸24a、25aの配置角度を図2（A）、（B）及び（E）に示す各角度の中心角度に設定し、液晶層20の厚さdを6800nmに設定し、 $\Delta n \cdot d$ を1390nmとしたカラー液晶表示素子を作成し、走査電極15と信号電極16に供給する信号を制御して、スタティック駆動した。なお、ねじれ位相差板は配置していない。

【0032】温度が25℃の場合、具体例のカラー液晶表示素子によれば、図4（A）に示すように、印加電圧の実効値が2.03V未満では、表示色は白となり、印加電圧の実効値が2.14V～2.17Vではその表示色は赤となり、印加電圧の実効値が2.19V～2.23Vではその表示色は青となり、印加電圧の実効値が2.28V以上ではその表示色は緑となる。これに対し、同温度における比較例の印加電圧と表示色との関係は図4（B）に示すようになる。一方、印加電圧を一定にして、液晶表示素子の温度を変化させると、具体例の方が表示色の変化が小さいことが確認された。

【0033】（第2実施例）上記実施例においては、ねじれ位相差板21及び第1と第2の位相差板22、23を上基板13と上偏光板24の間に配置したが、第1と第2の位相差板22、23の位置は任意であり、例えば、図5に示すように、第1の位相差板22を上基板13と上偏光板24の間に配置し、ねじれ位相差板21を

下基板14に積層し、このねじれ位相差板21と下偏光板25の間に第2の位相差板23を配置するようにしてもよい。第1と第2の位相差板22、23をこのように配置した場合の、配向膜17、18の配向処理方向17a、18a、ねじれ位相差板21の液晶分子の配向方向、第1と第2の位相差板22、23の延伸軸21a、23a、及び偏光板24、25の透過軸24a、25aの配置を図6（A）～（F）に示す。

【0034】図6（C）に示すように、下配向膜18に施された配向処理の方向18aは、基準線Sに対して $(35^\circ - \phi^\circ) \pm 10^\circ$ 傾いており、上配向膜17に施された配向処理の方向17aは、配向膜18の配向処理方向18aを基準として、 $(70^\circ - \phi^\circ) \pm 10^\circ$ で交差する方向に設定されており、液晶分子は、下ガラス基板14側から上ガラス基板13側に向かって時計回り方向に $(250^\circ - \phi^\circ) \pm 20^\circ$ （望ましくは、 $\pm 10^\circ$ ）ツイストした配向状態となる。第1実施例と同様に、液晶の光学異方性 $\Delta n$ は約0.2、液晶層20の層厚dは、 $6800 \cdot (250 - \phi) / 250$ に設定される。

【0035】図6（A）に示すように、上偏光板24の透過軸24aは、下配向膜18の配向処理方向18aに対して $80^\circ \pm 10^\circ$ （基準線Sに対して $45^\circ \pm 10^\circ$ ）で交差するように設定されている。図6（B）に示すように、第1の位相差板22の延伸軸21aは、下配向膜18の配向処理方向18aに対して $35^\circ \pm 10^\circ$ （基準線Sに対して $0^\circ \pm 10^\circ$ ）で交差するように設定されている。

【0036】図6（D）に示すように、ねじれ位相差板21の上面近傍の液晶分子の配向方向21bは下配向膜18の配向処理方向18aに平行に設定され、下面近傍の液晶分子の配向方向21aは上面の液晶分子の配向方向に対し $\phi^\circ$ で交差するように設定されている。ねじれ位相差板21の光学異方性 $\Delta n$ は約0.2、厚さdは、 $6800 \phi / 250$ に設定される。図6（E）に示すように、第2の位相差板23の延伸軸23aは、下配向膜18の配向処理方向18aに対して $10^\circ \pm 10^\circ$ （基準線Sに対して $45^\circ \pm 10^\circ$ ）で交差するように設定されている。図6（F）に示すように、下偏光板25の透過軸25aは、下配向膜18の配向処理方向18aに対して $45^\circ \pm 10^\circ$ （基準線Sに対して $10^\circ \pm 10^\circ$ ）で交差するように設定されている。

【0037】第1の位相差板22の $\Delta n \cdot d$ は1600nm $\pm$ 30nm、Nz係数は0.3～0.7（望ましくは $0.45 \pm 0.1$ ）であり、ねじれ位相差板21の $\Delta n$ は0.2、厚さdは $6800 \cdot (\phi / 250) \pm 10$ nm、液晶層20の $\Delta n$ は0.2、厚さdは $6800 \cdot (250 - \phi) / 250 \pm 10$ nm、従って、合成 $\Delta n \cdot d$ は1360nm $\pm$ 100nmであり、第2の位相差板23の $\Delta n \cdot d$ は1600nm $\pm$ 30nm、Nz



係数は0.3~0.7(望ましくは0.45±0.1)である。

【0038】このような構成によれば、液晶層20への印加電圧の上昇に伴って表示色が赤紫、白、青紫、黒と変化し、走査電極15と信号電極16に印加する信号を印加することにより、液晶層20の実効印加電圧を制御し、表示色を制御してカラー画像を表示することが可能となる。

【0039】第2実施例においても、表示色の制御のために必要な(最適化された)液晶分子のツイスト角(250°)とその層厚を液晶層20のツイスト角250°-φ°とその厚さ、及び、ねじれ位相差板21内の液晶分子のツイスト角(φ°)とその厚さにより確保しているので、温度変化によるリタデーションの変化が小さい。従って、温度変化に関わらず安定して任意の色(電極15、16間に印加する電圧に対応する色)を表示できる。

【0040】以上説明したように、この発明のカラー液晶表示素子によれば、液晶の印加電圧を制御して、表示色を制御し、温度変化による色ずれの少ないカラー画像を安定して表示できる。また、2軸性位相差板を配置すれば更に色ずれを少なくできると共に視野角が大きくなる。

【0041】第1及び第2実施例では、単純マトリクス方式のカラー液晶表示素子を例に本願発明を説明したが、本発明は、例えば、TFT(薄膜トランジスタ)等をアクティブ素子として用いたアクティブマトリクス方式のカラー液晶表示素子に適用してもよい。

【0042】第1及び第2実施例では、反射板26を下偏光板25側に有する反射型のカラー液晶表示素子について説明したが、反射板26を上偏光板24側に配置しても同様の効果を得ることができる。また、第1及び第\*

\*2実施例では、反射板26を備えた反射型のカラー液晶表示素子について説明したが、この発明は透過型のカラー液晶表示素子にも適用可能である。また、ねじれ位相差板以外の位相差板は省略することも可能である。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、明るく色純度の高い三原色を表示でき、視野角が大きく、且つ、温度変化による色ずれが低減されたカラー液晶表示素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例に係るカラー液晶表示素子の断面図である。

【図2】実施例に係るカラー液晶表示素子における液晶層と、ねじれ位相差板と、位相差板と、偏光板との配置関係を示す平面図である。

【図3】温度変化に伴うリタデーションの変化を示す図である。

【図4】第1実施例に係るカラー液晶表示素子及び比較例の印加電圧と表示色の関係を示す図である。

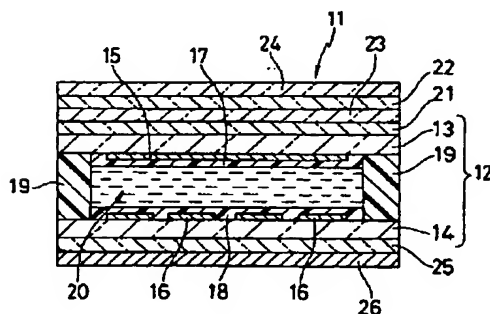
【図5】この発明の第2実施例に係るカラー液晶表示素子の断面図である。

【図6】第2実施例に係るカラー液晶表示素子における液晶層と、ねじれ位相差板と、位相差板と、偏光板との配置関係を示す平面図である。

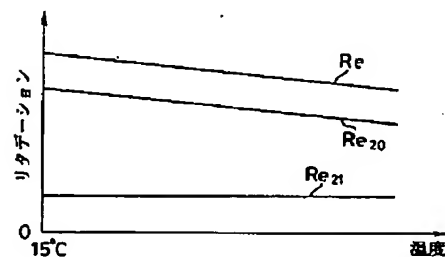
【符号の説明】

11…カラー液晶表示素子、12…液晶セル、13…上ガラス基板、14…下ガラス基板、15…走査電極、16…信号電極、17…配向膜、18…配向膜、19…シール材、20…液晶層、21…ねじれ位相差板、22…第1の位相差板、23…第2の位相差板、24…上偏光板、25…下偏光板、26…反射板

【図1】

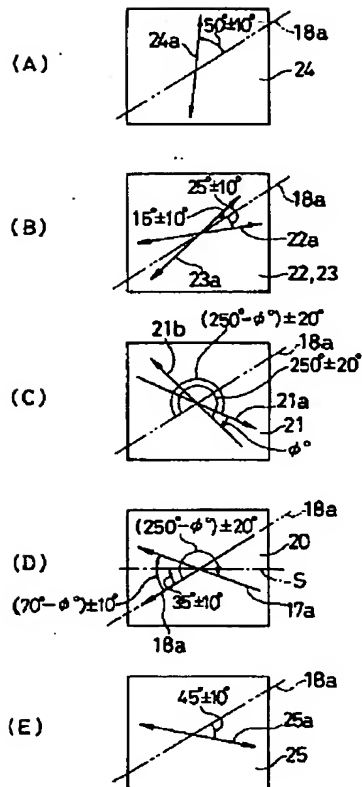


【図3】





【図2】



【図4】

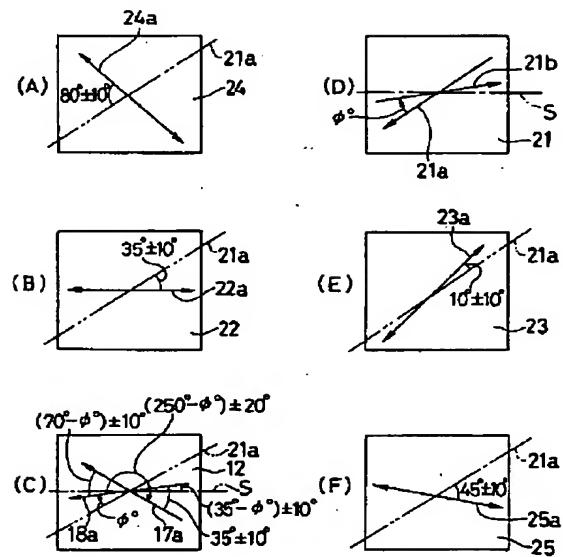
(A)

スタティック電圧 (=実効電圧)	表示色
$V < 2.03$ $2.14 < V < 2.17$ $2.19 < V < 2.23$ $2.28 < V$	白 赤 青 緑

(B)

スタティック電圧 (=実効電圧)	表示色
$V < 2.04$ $2.15 < V < 2.17$ $2.18 < V < 2.22$ $2.28 < V$	白 赤 青 緑

【図6】



【図5】

